

# Vorschau auf den DLR Connectivity Report

Institut für Flughafenwesen und Luftverkehr

Wolfgang Grimme, Dr. Eva Cronrath, Dr. Sven Maertens

Konferenz Verkehrsökonomik und -politik, TU Berlin

2. Juni 2016



Wissen für Morgen



# Vorschau auf den DLR Connectivity Report


1. Erweiterung des Reporting-Portfolios des Instituts
2. Darstellung von Konnektivitätsdimensionen
3. Methodik
4. Erste Ergebnisse
5. Schlussfolgerungen





# 1. Erweiterung des Reporting-Portfolios des Instituts

Weiterhin betreibt das DLR-Institut für Flughafenwesen und Luftverkehr die Website MONITOR ([www.airtransport-monitor.eu](http://www.airtransport-monitor.eu)) mit regelmäßig aktualisierten Indikatoren zur Luftverkehrsentwicklung:



Institute of Air Transport  
and Airport Research

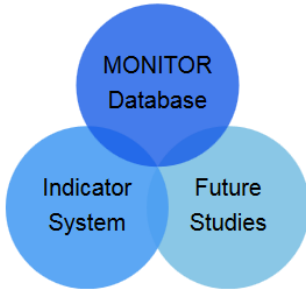
## MONITOR

- Home
- Database
  - Methodology
- Indicators
  - Assessment
  - Methodology
- Future Studies
  - Forecasts
  - Scenarios
- Background
- Contact
- Imprint

### Welcome to the MONITOR Portal

The aim of this website is to support actors with information needs on long-term air transport development, especially for strategic analysis, modelling activities and quantification exercises. To reach this aim the website offers a monitoring system consisting of three elements, which represent altogether a systematic and complementary view on the long-term development of air transport.

### Monitoring System



[+] MONITOR Database


[+] Indicator System


[-] Future Studies


The future study section provides an overview on recent studies on the long-term development of the air transport system, either by forecasts or scenarios. This part of the MONITOR portal was designed in order to address the progress in the air transport sector and hint at new trends within the air transport system.


[Future Studies](#)


### Downloads

 [MONITOR Flyer](#)

 [MONITOR Poster](#)

 [Database Poster](#)

 [Indicator Poster](#)

 [Future Studies Poster](#)



# 1. Einbettung in die Reporting-Strategie des Instituts für Flughafenwesen und Luftverkehr

Warum sind Berichte zu Connectivity wichtig?

- Monitoring der Zielerreichung des Flightpath-4-Stunden-Ziels:

*„90% of travellers within Europe are able to complete their journey, door-to-door within 4 hours”*

*(Flightpath 2050: Europe’s Vision for Aviation)*

- Darstellung der positiven Effekte des Luftverkehrs
- Untersuchungen zu Wider Economic Benefits / katalytischen Effekten (Konnektivität als „Proxy-Variable“)
- Vergleichende Untersuchung der Anbindung von Regionen und damit der Standortqualität (FDI, Tourismus, Export...), der Wettbewerbsfähigkeit und der Standortattraktivität

⇒ Bisher gibt es keine periodisch erscheinende Veröffentlichung mit einer gezielten Analyse der Erreichbarkeit von Zielen ab deutschen Flughäfen im globalen Luftverkehrsnetz





## 2. Darstellung von Konnektivitätsdimensionen

Welche Inhalte sollen dargestellt werden?

- Vergleich deutscher Flughäfen – Erreichbarkeit von Zielen in Deutschland, Europa, Welt, gewichtet nach Attraktivität/Wirtschaftskraft
- Vergleich der Non-Stop und Hub-Konnektivität / Anbindung deutscher Flughäfen an globale Hubs
- Beitrag einzelner Fluggesellschaften zur Erreichbarkeit deutscher Flughäfen im Zeitablauf
- Vergleich von deutschen mit ausländischen Hubs
- Untersuchung von (durchschnittlichen) Reisezeiten und Reisezeitveränderungen im Zeitablauf
- Untersuchung der Gateway-Funktion kleinerer Flughäfen für Regionen



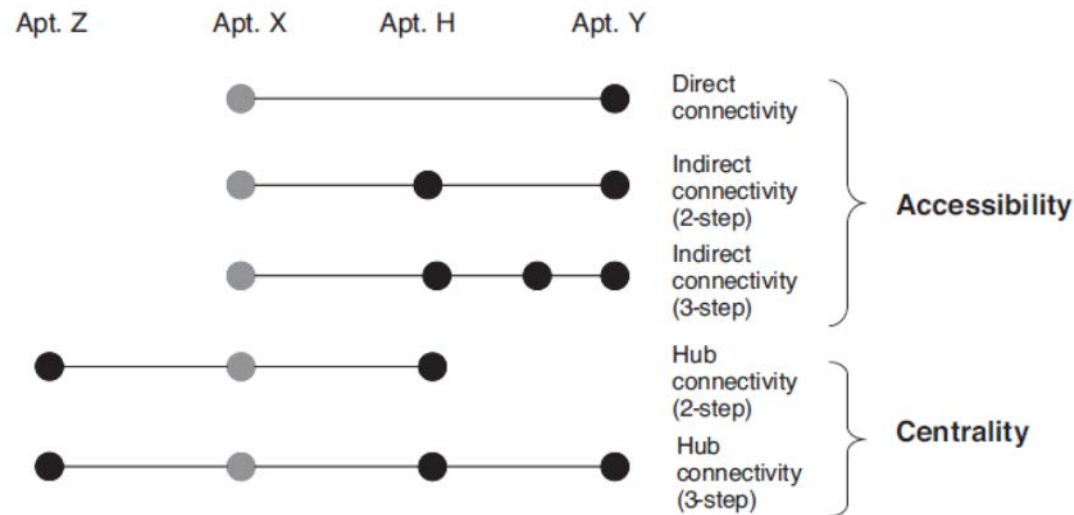
## 3. Methodik

- Begriffsdefinitionen Erreichbarkeit vs. Zentralität
- Übersicht Konnektivitätsindikatoren
- Technische Umsetzung
- Gewählte Parameter & Indikatoren



### 3. Methodik

Begriffsdefinitionen „Erreichbarkeit“ (accessibility) vs. „Zentralität“ (centrality)



Quelle: Burghouwt and Redondi (2013)

Erreichbarkeit (accessibility) misst die Konnektivität in einem (Luftverkehrs-)Netz ausgehend von einem Ausgangsflughafen (Flughafen X = Ausgangsflughafen)

Zentralität (centrality) misst, wie häufig ein Flughafen als Netzknoten bei Reiseverbindungen zwischen anderen Flughäfen als Transferpunkt beteiligt ist. (Flughafen X = Hub)





# 3. Methodik

## Wie kann Konnektivität gemessen werden?

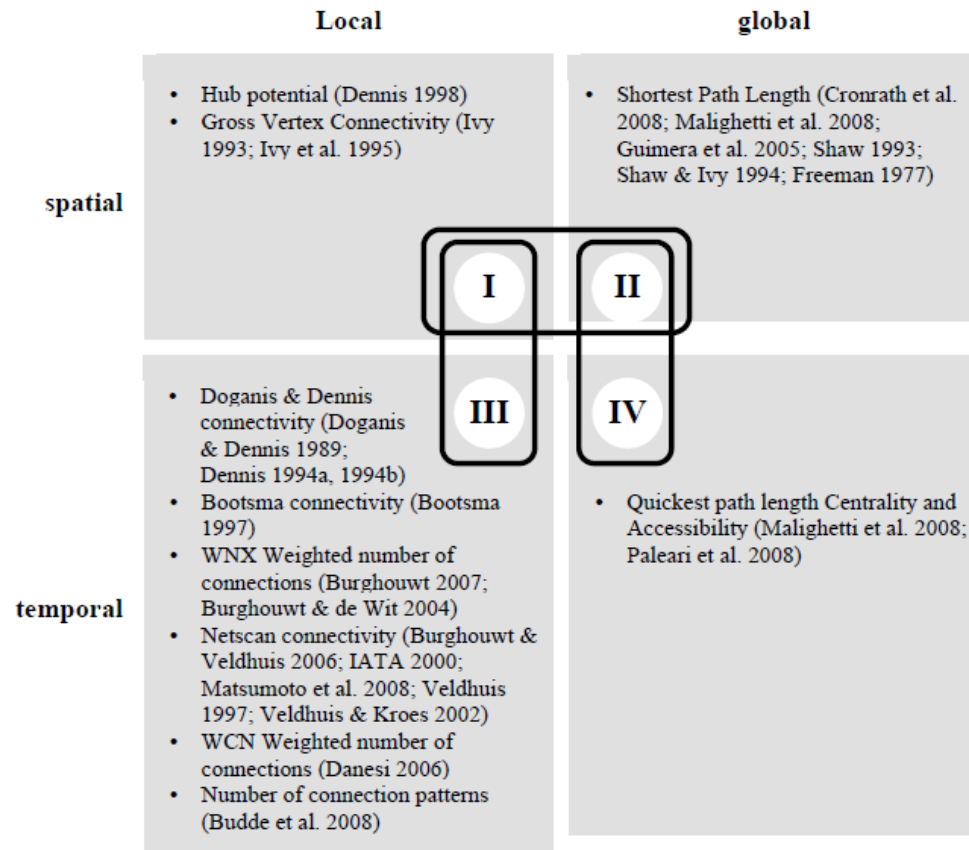
Indicator	Short Description	Main references
Hub Potential	Incoming x outgoing frequency	Dennis (1998)
Doganis and Dennis connectivity	Number of connections, Indirect connections meet conditions of minimum and maximum connecting time and detour factor	Dennis and Doganis (1989)
Bootsma Connectivity	Number of connections, Indirect connections meet conditions of minimum and maximum connecting time and are classified as excellent, good or poor	Bootsma (1997)
WNX (weighted number of connections)	Number of direct and indirect connections weighted by their quality in terms of transfer and detour time	Burghouwt and de Wit (2004); Burghouwt (2007)
Netscan connectivity units	Number of direct and indirect connections weighted by their quality in terms of transfer and detour time relative to a theoretical direct flight.	Veldhuis (1997)
Shortest path length	Number of connections lying on O–D shortest paths. The shortest path is the path involving the minimum number of steps from O to D.	Shaw (1993)
Quickest path length	Average travel time to reach any other airport in the network.	Malighetti et al. (2008)
Weighted Average Distance Penalty	Quality of hub location / Detour factor of actual or hypothetical transfer itineraries	Maertens and Grimme (2014)

Quelle: In Anlehnung an Burghouwt and Redondi (2013)



### 3. Methodik

Wie kann Konnektivität gemessen werden?



Quelle: Cronrath (2009)

Es existiert eine große Zahl von Konnektivitätsindikatoren – welcher ist der richtige?



### 3. Methodik

Welcher Konnektivitätsindikator ist der richtige?

*Correlation Matrix for the Values of the Eight Measures of Centrality or Hub Connectivity and the Three Size-related Measures (Offered Seats, Number of Destinations, and Number of Flights)*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Weighted connectivity	1										
2 Netscan	0.99	1									
3 Bootsma connectivity	0.98	0.97	1								
4 Danesi connectivity	0.98	0.96	1.00	1							
5 Doganis and Dennis connectivity	0.94	0.92	0.98	0.99	1						
6 No. of connection patterns	0.95	0.94	0.97	0.98	0.98	1					
7 SPL	0.90	0.88	0.94	0.93	0.93	0.94	1				
8 QPL	0.84	0.81	0.91	0.90	0.93	0.91	0.94	1			
9 Offered seats	0.82	0.80	0.86	0.85	0.86	0.87	0.93	0.92	1		
10 No. of destinations	0.69	0.67	0.76	0.75	0.78	0.80	0.87	0.88	0.94	1	
11 No. of flights	0.76	0.74	0.83	0.81	0.85	0.84	0.91	0.94	0.98	0.96	1

Quelle: Burghouwt and Redondi (2013)

Die meisten Konnektivitätsindikatoren sind hoch korreliert  $\Rightarrow$  selbst mit einfachen Indikatoren kann die Konnektivität schon recht gut beschrieben werden.

Ein guter Kompromiss aus Komplexität und Erklärwert stellt die „Doganis and Dennis Connectivity“ dar



### 3. Methodik

#### Umsetzung & gewählte Parameter

- Untersuchung von 24 deutschen Verkehrsflughäfen
- Untersuchungszeitraum: 19.-25. September 2016 (=3. Septemberwoche / repräsentativ für mittlere Nachfrage)
- Innovata-Flugplan aus Sabre Market Intelligence
- Non-Stop, 1-Stop und 2-Stop-Verbindungen -> Maximal drei Flugsegmente in einer Reiseverbindung
- Erstellung von Reiseverbindungen: Online & Codeshare-Verbindungen
- Keine Verbindungen, die nur Codeshare-Flüge enthalten (bei mindestens einem Leg muss Marketing Carrier = Operating Carrier sein)
- Multi-Segment-Verbindungen nicht bei Ryanair, easyJet, Wizzair, da keine Umsteigeverbindungen verkauft werden
- Transferfenster: Unabhängig vom Hub 45 Minuten bis 5 Stunden
- Umwegfaktor:
  - Direktstrecke  $\leq 2575$  km – maximaler Umweg 80%
  - Direktstrecke  $>2575$  km – maximaler Umweg 30%
  - Werte wurden aus Netzplanung der Lufthansa übernommen



### 3. Methodik

#### Umsetzung & gewählte Parameter

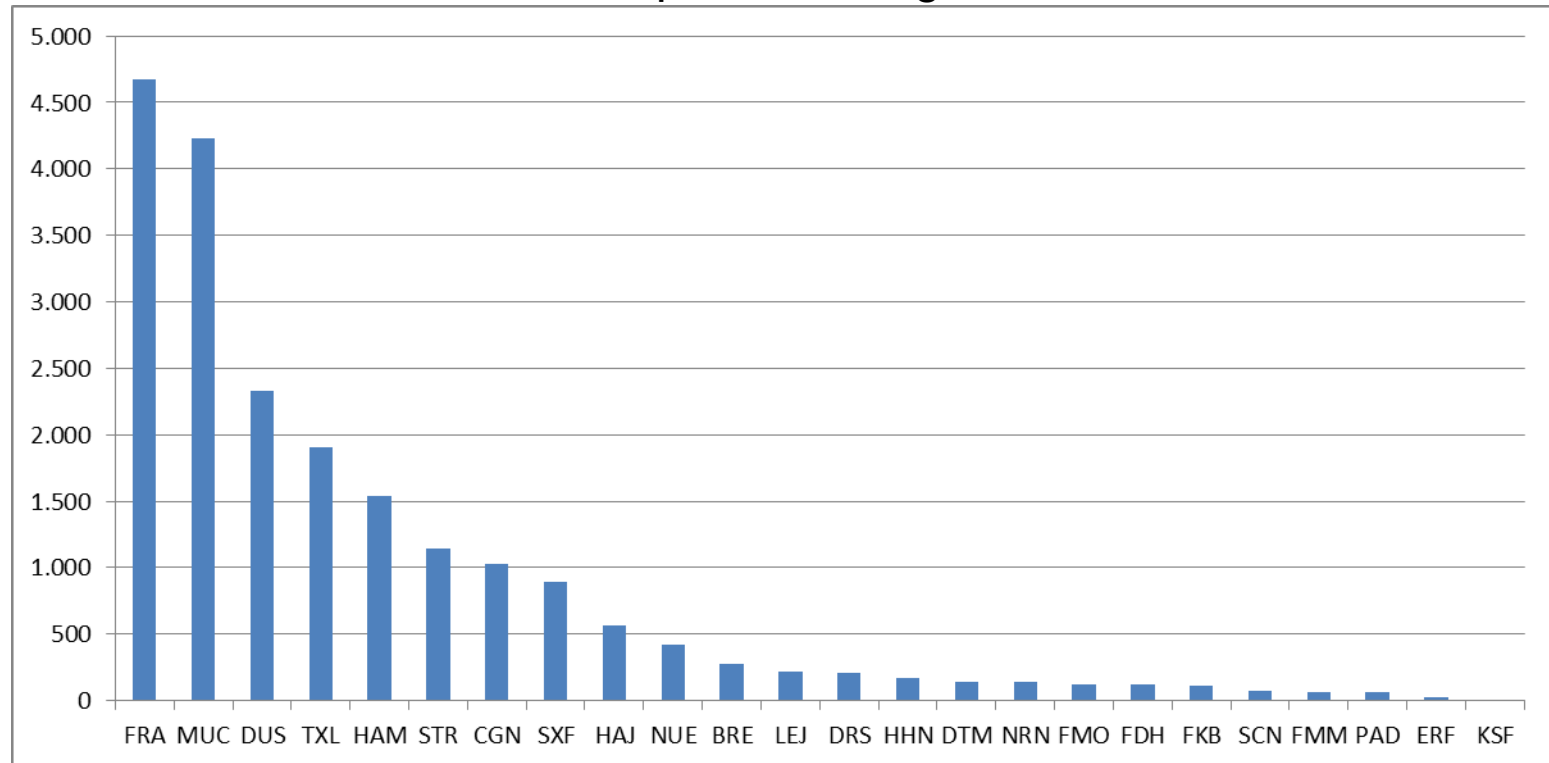
- Eliminierung von „Mehrfachverbindungen“:
  - Nur der erste Anschluss wird gezählt, sollte es zum selben Ziel mehr als einen Anschluss geben
  - Sollte die untersuchte Fluggesellschaft eine andere Verbindung mit gleichem Ausgangs- und Zielflughafen anbieten, die entweder später startet und zur gleichen Zeit oder früher ankommt oder zur gleichen Zeit startet und früher ankommt, wird nur diese Verbindung gezählt
- Codeshare-Duplikate sind enthalten – Beispiel:
  - Frankfurt – Chicago – Memphis angeboten durch LH und UA  $\Rightarrow$  2 Verbindungen (obwohl nur eine physische Verbindung vorliegt)

$\Rightarrow$  Je nach Fragestellung sind diese Parameter anzupassen



## 4. Erste Ergebnisse

### Wöchentliche Non-Stop-Verbindungen ab Deutschland



⇒ Deutlicher Unterschied zwischen Hub-, Sekundär und Regionalflughäfen

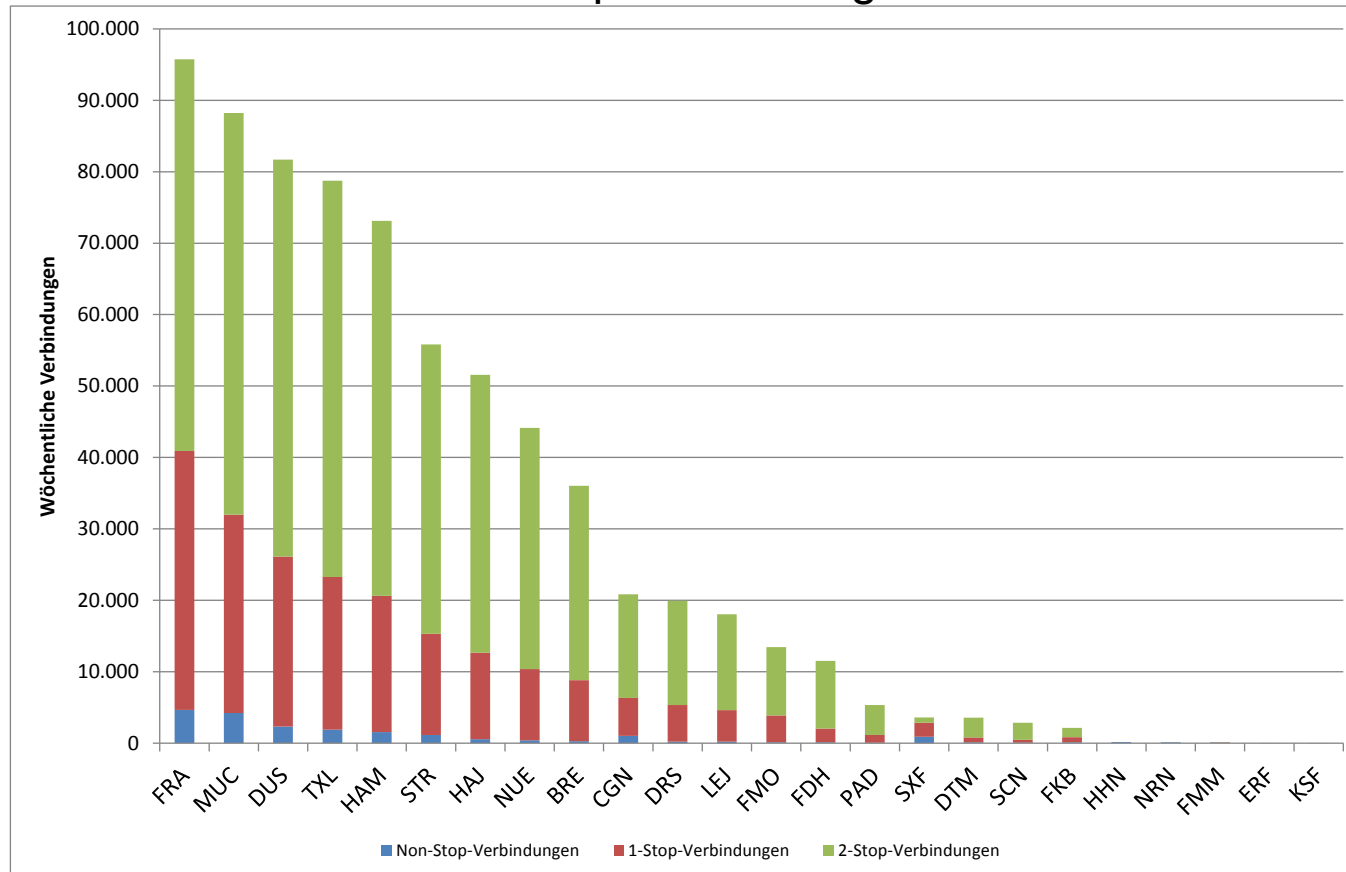
⇒ Direktflüge bilden Funktion des Flughafens (Gateway) unzureichend ab





## 4. Erste Ergebnisse

### Wöchentliche Non-/1-/2-Stop-Verbindungen ab Deutschland



Unterschied zwischen Hub-, Sekundär und Regionalflughäfen geringer als bei Non-Stop-Flügen ⇒ gute Hub-Anbindung von Sekundärflughäfen steigert Verbindungszahl



## 4. Erste Ergebnisse

### Ranking der Flughäfen nach Direkt- und Transfer-Konnektivität

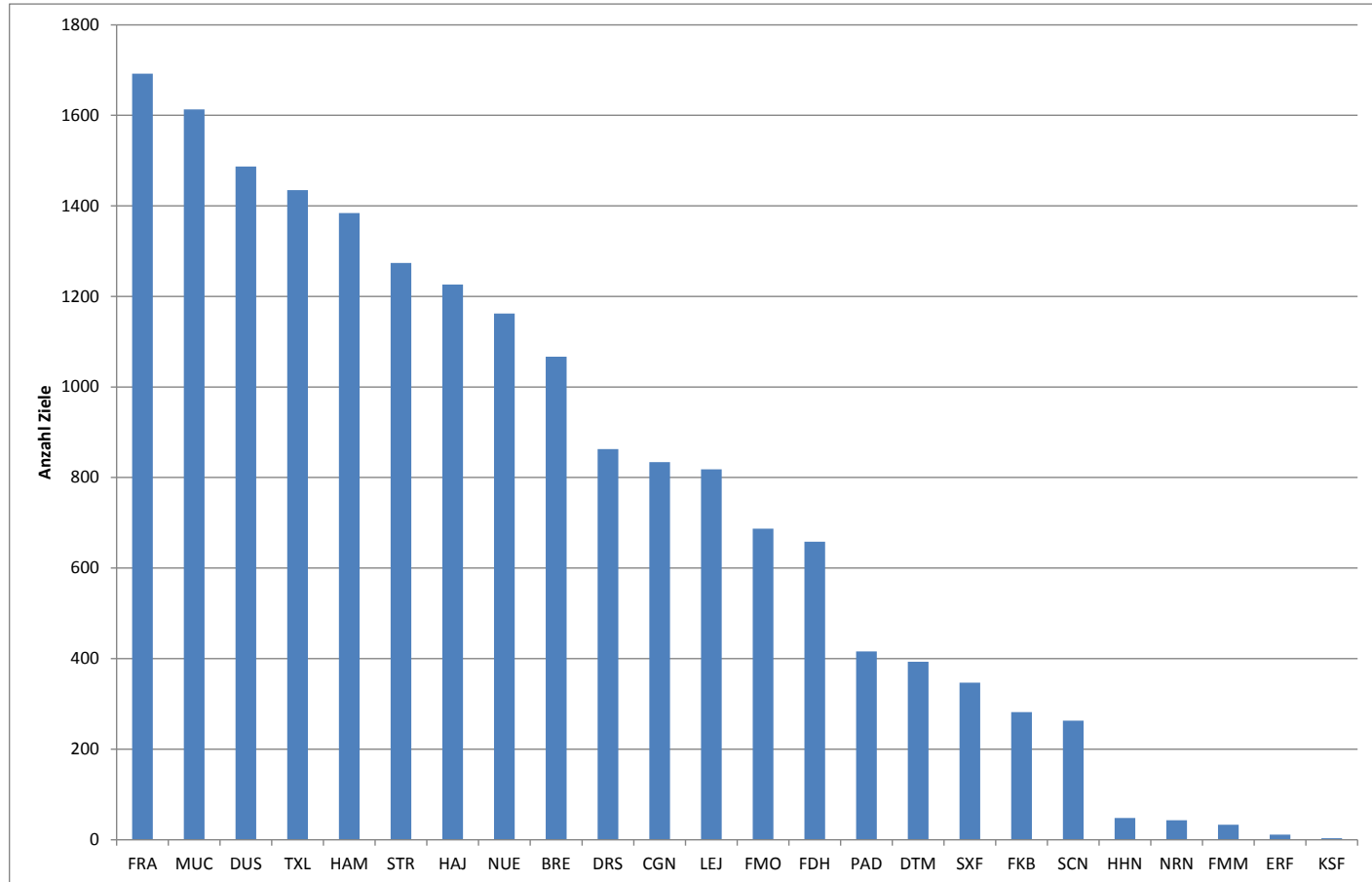
Flughafen	Rang bei Non-Stop-Verbindungen	Rang bei Gesamtverbindungen	Rangunterschied Non-Stop / Gesamtverbindungen	
FRA	1	1	0	
MUC	2	2	0	
DUS	3	3	0	
TXL	4	4	0	
HAM	5	5	0	
STR	6	6	0	
HAI	9	7	+2	Bessere Transfer-Konnektivität als Direkt-Konnektivität
NUE	10	8	+2	Bessere Transfer-Konnektivität als Direkt-Konnektivität
BRE	11	9	+2	Bessere Transfer-Konnektivität als Direkt-Konnektivität
CGN	7	10	-3	Bessere Direkt-Konnektivität als Transfer-Konnektivität
DRS	13	11	+2	Bessere Transfer-Konnektivität als Direkt-Konnektivität
LEJ	12	12	0	
FMO	17	13	+4	Bessere Transfer-Konnektivität als Direkt-Konnektivität
FDH	18	14	+4	Bessere Transfer-Konnektivität als Direkt-Konnektivität
PAD	22	15	+7	Bessere Transfer-Konnektivität als Direkt-Konnektivität
SXF	8	16	-8	Bessere Direkt-Konnektivität als Transfer-Konnektivität
DTM	15	17	-2	Bessere Direkt-Konnektivität als Transfer-Konnektivität
SCN	20	18	+2	Bessere Transfer-Konnektivität als Direkt-Konnektivität
FKB	19	19	0	
HHN	14	20	-6	Bessere Direkt-Konnektivität als Transfer-Konnektivität

Zweiteilung der deutschen Sekundärflughäfen: „Low Cost-Flughäfen“ mit relativ guter Direktanbindung vs. „Gateway-Flughäfen“ mit relativ guter Transfer-Konnektivität über Hubs



## 4. Erste Ergebnisse

Anzahl erreichbarer Ziele (direkt und indirekt)

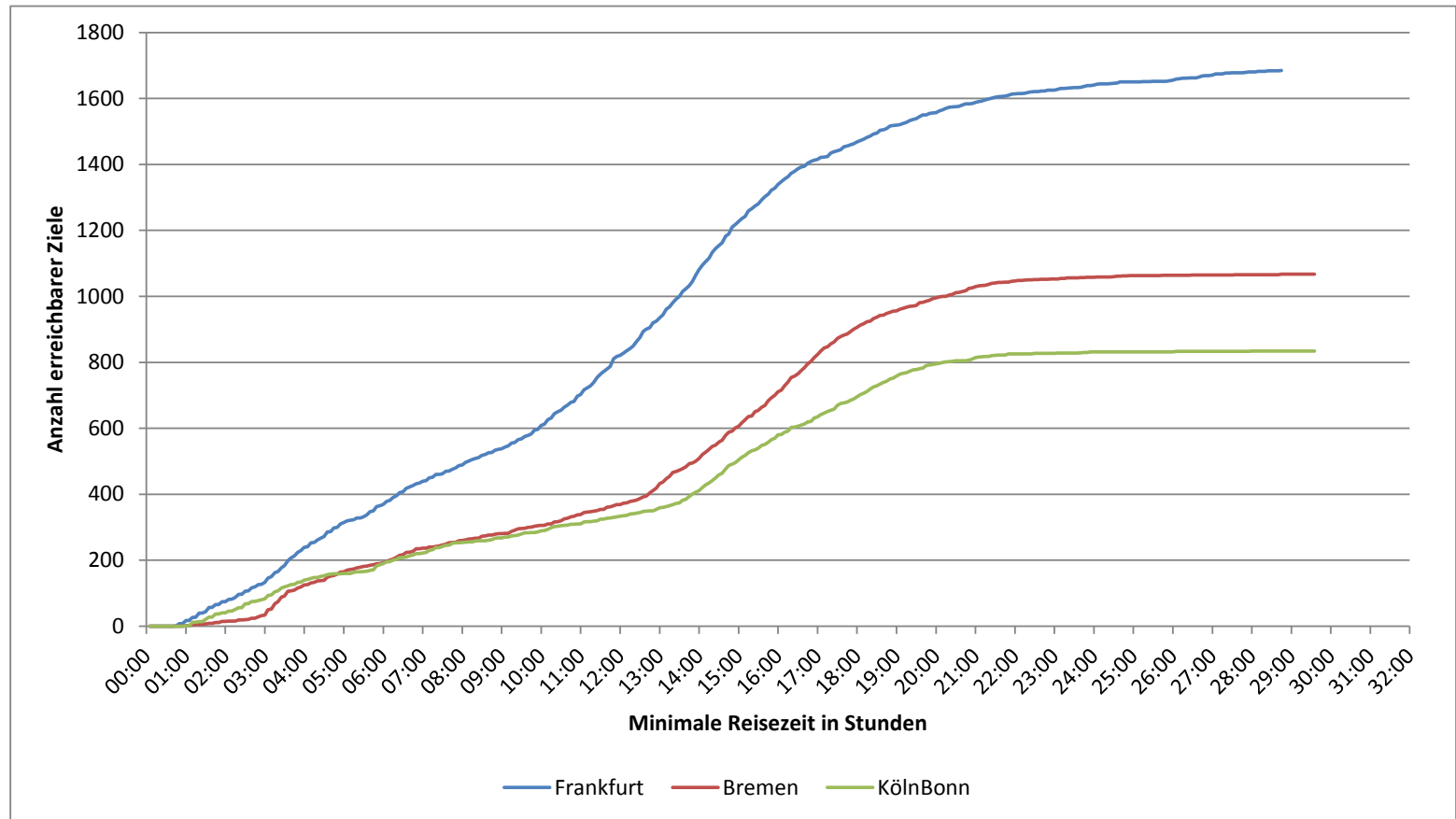


Auch aus der deutschen Fläche können dank Transfer-Verbindungen vielfach über 1000 Ziele weltweit mit maximal zwei Transfers erreicht werden



## 4. Erste Ergebnisse

### Anzahl erreichbarer Ziele nach Reisezeit

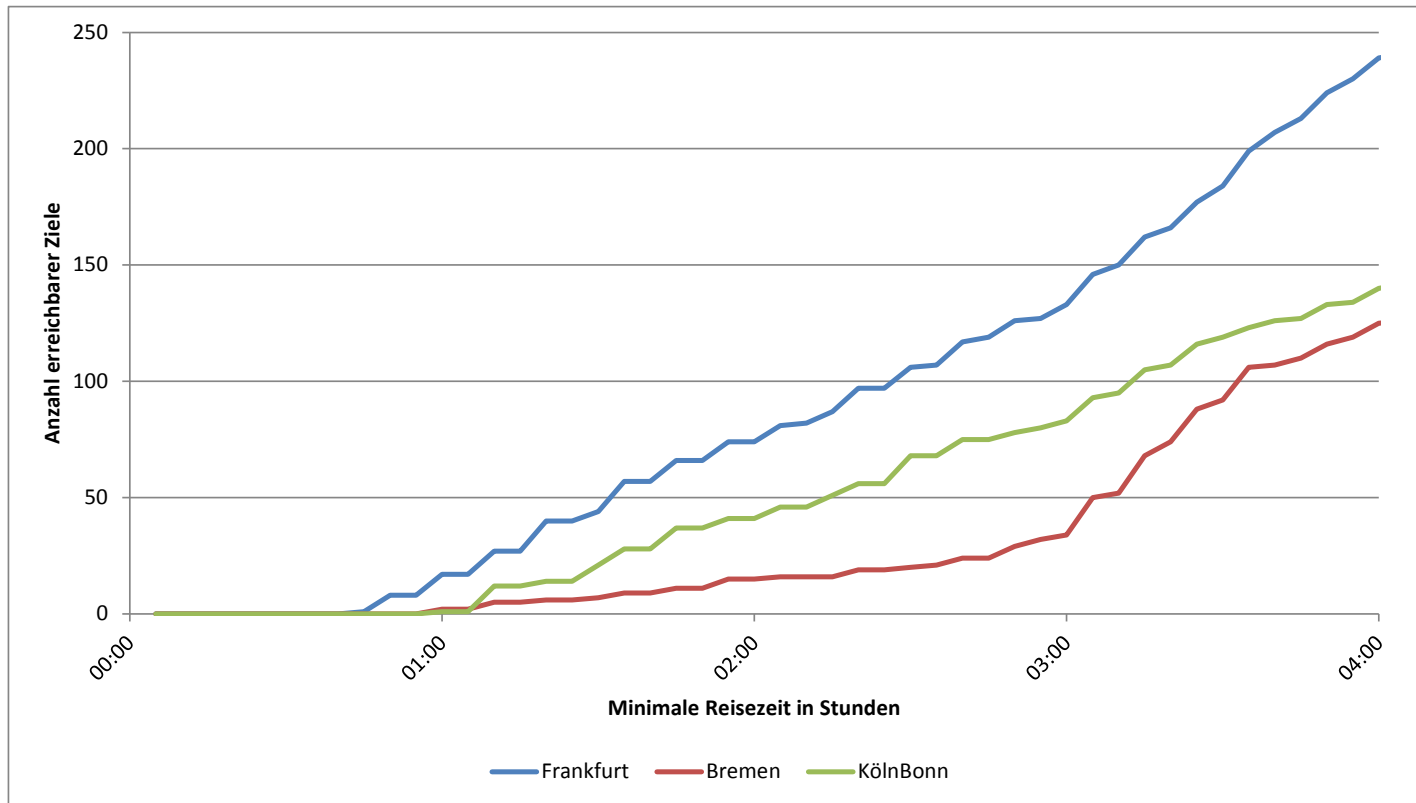


⇒ Weiterentwicklung: differenzierte Darstellung nach Ländern/Region und mit Gewichtungsfaktoren, die Bedeutung der Ziele berücksichtigen (BIP, Einwohnerzahl...)



## 4. Erste Ergebnisse

### Anzahl erreichbarer Ziele nach Reisezeit



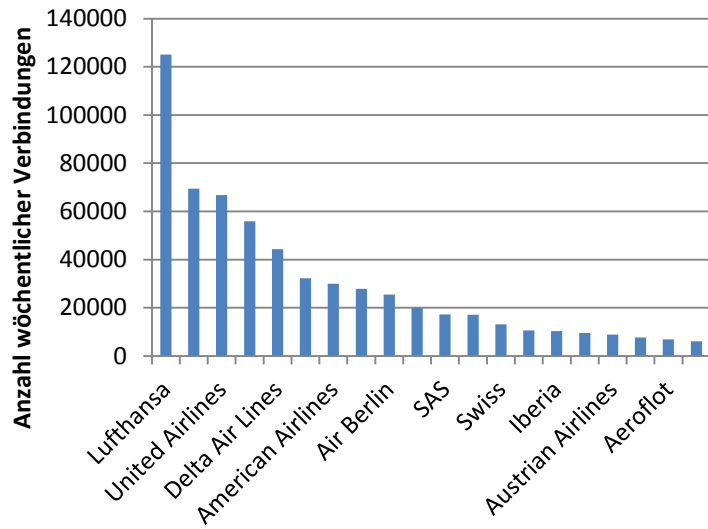
- ⇒ CGN: Viele Direktziele durch LCC-Angebote
- ⇒ BRE: Wenige Direktziele, Anstieg Erreichbarkeit > 3 Stunden durch Umsteigeverbindungen



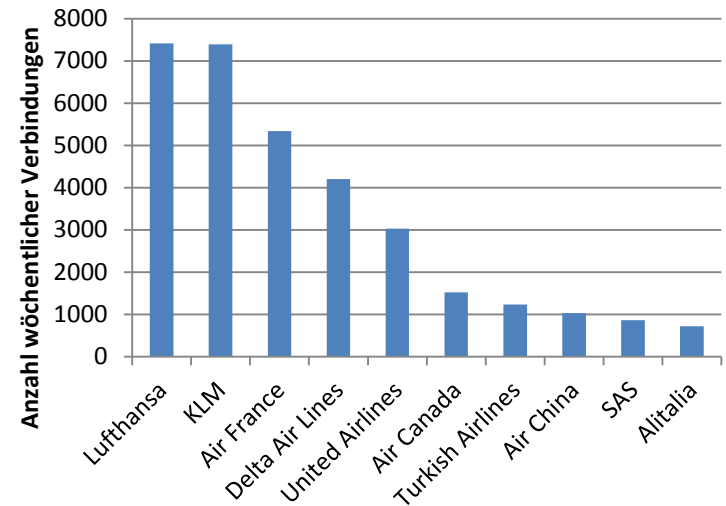
## 4. Erste Ergebnisse

- Luftverkehrspolitische Diskussion: Welchen Nutzen haben ausländische Fluggesellschaften für Deutschland?
- Welche Airlines bieten welche Konnektivität?
- Wie gut ist Deutschland international vernetzt (Internationalität  $\Rightarrow$  höheres Innovationsniveau)
- Weiterentwicklung: Bedeutung des Sitzplatzangebots berücksichtigen

Anzahl Verbindungen ab Deutschland nach Airline



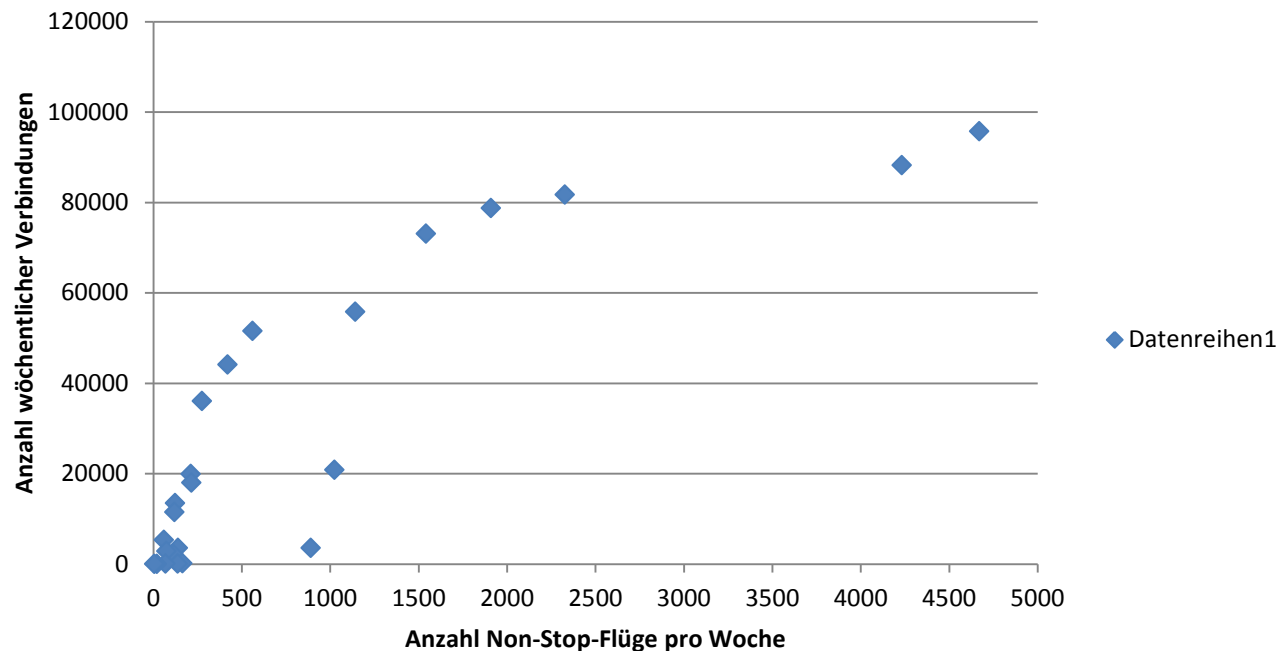
Anzahl Verbindungen ab Bremen nach Airline





## 4. Erste Ergebnisse

Zusammenhang zwischen Anzahl Direktflügen und Gesamtzahl an Verbindungen



- Abnehmender Konnektivitätsbeitrag jeder weiteren Verbindung, aber Steigerung des Sitzplatzangebots
- „Low-Cost-Airports“ schneiden erwartungsgemäß unterdurchschnittlich ab
- Einige kleine Flughäfen haben hohe Konnektivitätswerte pro Flug = gute Hub-Anbindung (siehe Fortsetzung)

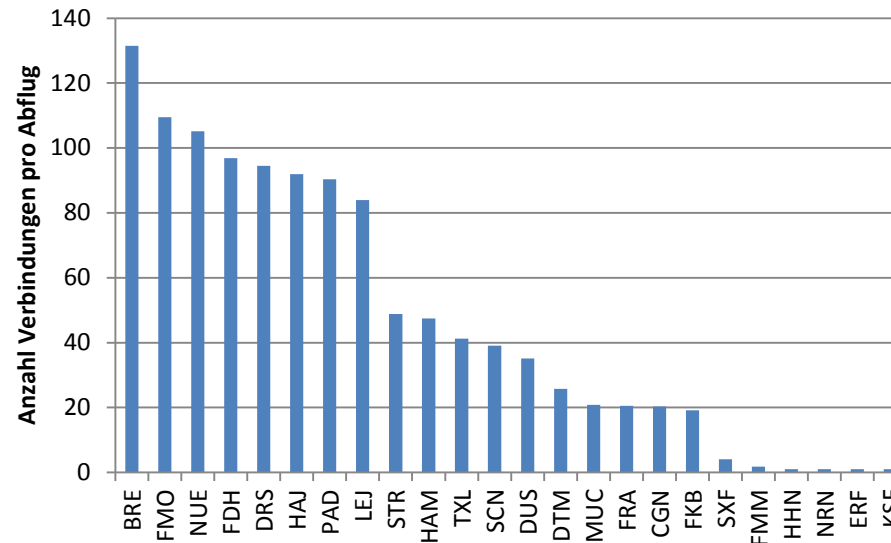
## 4. Erste Ergebnisse

- „Konnektivitätseffizienz“ – wie viele Reiseverbindungen werden pro Abflug an einem Flughafen im Durchschnitt generiert?
- Beispiel: Ein Flughafen hat einen einzigen wöchentlichen Flug in einen Hub, von wo aus 49 Anschlussflüge erreicht werden können = 50 Reiseverbindungen pro Flug
- Rekordhalter Bremen mit durchschnittlich 131,5 Verbindungen pro Abflug
- Rekordverbindung: KLM KL1754 Bremen-Amsterdam am 25. September 2016 mit insgesamt 415 Reiseverbindungen (1 Non-Stop, 95 One-Stop, 319 Two-Stop)
- Hohe Anzahl Verbindungen pro Abflug aufgrund Code-Sharing (LH-Flüge BRE-FRA haben im Schnitt 5 Marketing-Flugnummern)



## 4. Erste Ergebnisse

Zusammenhang zwischen Anzahl Direktflügen und Reiseverbindungen – Indikator „Anzahl Reiseverbindungen pro Abflug“ / „Konnektivitätseffizienz“



- Regionalflughäfen mit hohem Netzwerkcarrier-Anteil schneiden positiv ab -> wenig Flüge insgesamt, jedoch gute Anschlüsse
- Hub-Flughäfen sind relativ schwach positioniert -> Hohe Fluganzahl, jedoch: Spoke-Flughäfen als Ziele generieren keine zusätzlichen Reiseverbindungen
- Praktischer Tradeoff: Viele Verbindungen = wenige verfügbare Sitzplätze pro Verbindung

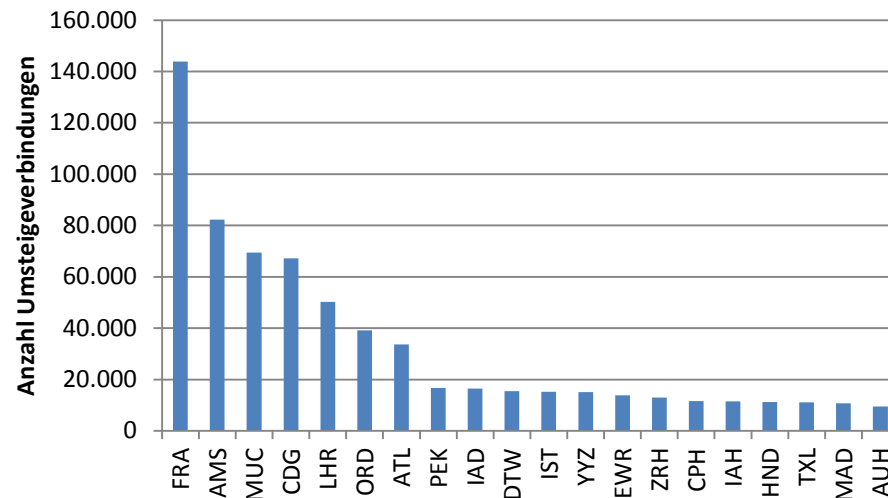


## 4. Erste Ergebnisse

Welche Hubs sind die wichtigsten? – Messung der Zentralität (Summe)

- Über welche Hubs erfolgen die Reiseverbindungen aus der deutschen Fläche?
- Insgesamt 511.385 potentielle Umsteigeverbindungen pro Woche (134.452 1-Stop + 376.933 2-Stop)
- Insgesamt 888.318 potentielle Transfers
- Auf die Top-20-Hubs entfallen 656.958 Transfers (= 74%)

Top-20-Hubs für deutsche Sekundär- und Regionalflughäfen

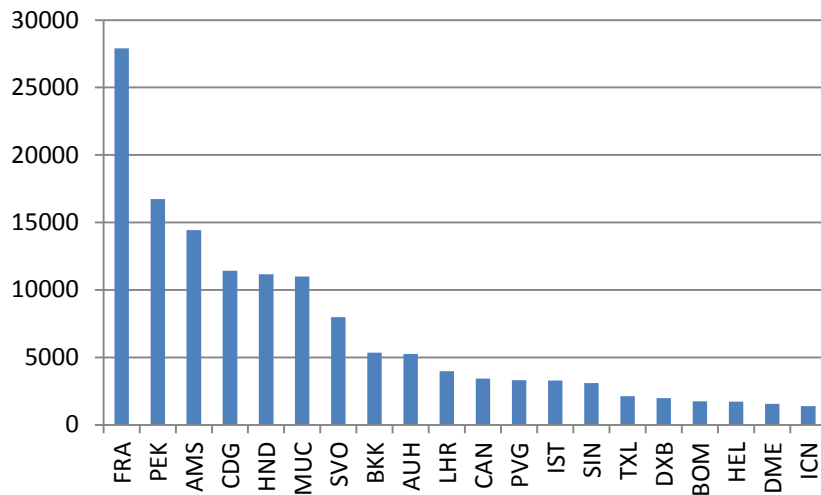


## 4. Erste Ergebnisse

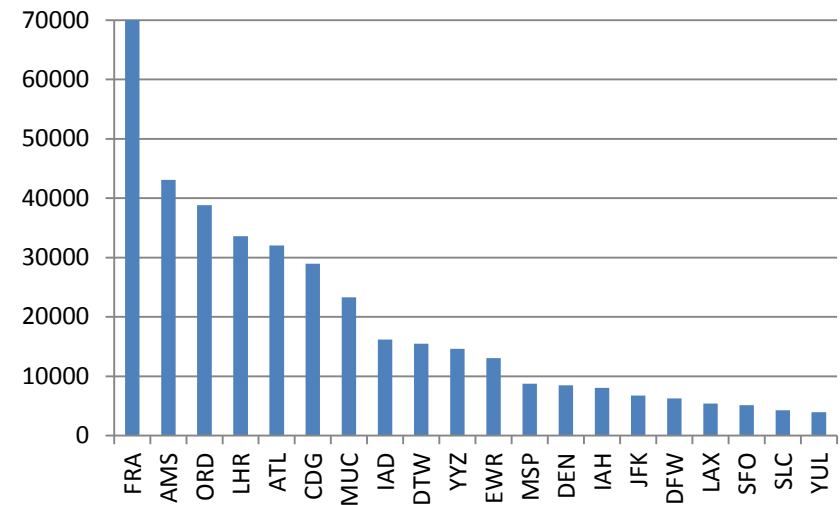
Welche Hubs sind die wichtigsten? – Messung der Zentralität (nach Zielgebiet)

- Über welche Hubs erfolgen die meisten Reiseverbindungen aus der deutschen Fläche?

Top-20-Hubs nach Asien



Top-20-Hubs nach Nordamerika



## 5. Schlussfolgerungen aus den ersten Ergebnissen

- Der Unterschied zwischen den deutschen Flughäfen ist bei der Non-Stop-Konnektivität größer als bei der Transfer-Konnektivität
- Anbindung deutscher Sekundär- und Regionalflughäfen an in- und ausländische Hubs maßgeblich für Erreichbarkeit
- Maximierung der Konnektivität an kleineren Flughäfen daher am Besten durch neue Hub-Verbindungen zu realisieren
- Trotz der aktuellen Wettbewerbssituation mit außereuropäischen Hubs bieten die deutschen und europäischen Hubs den Schwerpunkt der Konnektivität
- Zu berücksichtigende Faktoren bei Weiterentwicklung der Indikatoren:
  - Anwendung innovativer Ansätze zur Bestimmung der relevanten Verbindungen, z.B. Fastest Path-Algorithmus
  - Berücksichtigung des Sitzplatzangebots in Konnektivitätsindikatoren
  - Anwendung für Zukunftsszenarien / Prognoseflugpläne

